

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2005-30425

(P2005-30425A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

F 1 6 C 33/58

F 1 6 C 33/58

3 J 0 1 2

F 1 6 C 23/08

F 1 6 C 23/08

3 J 101

F 1 6 C 33/62

F 1 6 C 33/62

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-192928 (P2003-192928)
(22) 出願日 平成15年7月7日 (2003.7.7)

(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

(74) 代理人 100089381
弁理士 岩木 謙二

(72) 発明者 植田 光司
神奈川県藤沢市鵠沼神明 1 丁目 5 番 50 号
日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J012 AB01 BB03 DB02 EB01 FB11
HB01
3J101 AA15 AA25 AA32 AA43 AA54
AA62 BA55 FA31 GA21 GA31
GA34

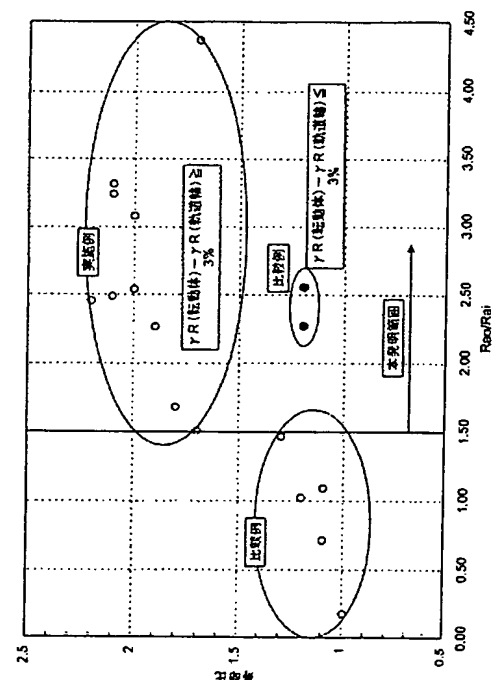
(54) 【発明の名称】 自動調心ころ軸受

(57) 【要約】

【課題】ピーリング等の表面損傷による早期はくりを抑制し、自動調心ころ軸受の長寿命化を図ることである。

【解決手段】複列軌道 1 a を有する内輪 1 と、複列一体の球面軌道 2 a を有する外輪 2 と、これら内輪軌道と外輪軌道間に複列に組み込まれる複数個のころ 3 と、該ころを転動可能に保持する保持器 4 とから構成され、内輪の軌道径は両端面より中央部が大きく、保持器の幅方向両端面は内輪軌道面の両端部と隙間を介して対向する自動調心ころ軸受において、内輪軌道面における中心線粗さ範囲の上限値を $R_{a i}$ 、外輪軌道面における中心線粗さ範囲の下限値を $R_{a o}$ とした場合に、 $R_{a o} / R_{a i} \geq 1.5$ の式を満足し、かつ転動体と軌道輪の残留オーステナイト量 γR の差が体積比で 3 % 以上とする。

【選択図】 図3



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複列軌道を有する内輪と、複列一体の球面軌道を有する外輪と、これら内輪軌道と外輪軌道間に複列に組み込まれる複数個のころと、該ころを転動可能に保持する保持器とから構成され、内輪の軌道径は両端部より中央部が大きく、保持器の幅方向両端面は内輪軌道面の両端部と隙間を介して対向する自動調心ころ軸受において、内輪軌道面における中心線粗さ範囲の上限値を Ra_i 、外輪軌道面における中心線粗さ範囲の下限値を Ra_o とした場合に、

$Ra_o/Ra_i \geq 1.5$ の式を満足し、

かつ転動体と軌道輪の残留オーステナイト量 γ_R の差が体積比で3%以上であることを特徴とする自動調心ころ軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、一般産業機械、工作機械、振動ふるい、鉄鋼機械、二輪車エンジン等に使用される自動調心ころ軸受に関し、該軸受の長寿命化に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、自動調心ころ軸受は、取付け誤差や衝撃荷重により外輪や内輪が傾斜しても転動体の接触状態は変化しないため、異常荷重の発生を防止できるとともに、ラジアル負荷能力を大きく取ることができる利点がある。

そのため、自動調心ころ軸受は、製紙機械用の各種ロールネック軸受や車両用軸受や各種産業用軸受として広く使用されている。

自動調心ころ軸受において、スキューは発熱の防止や軸受長寿命化に大きく影響する。

この対策として、内輪と転動体間の摩擦係数や外輪と転動体間の摩擦係数を制御するために、軸受の接触面積や軌道面の表面粗さを調整することが実施されている。例えば、内輪軌道面の表面粗さが $0.1 \mu m Ra$ 以下で、外輪軌道面の表面粗さが $0.2 \mu m Ra$ 以上にした事例が開示されている（特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特公昭57-61933号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

自動調心ころ軸受の場合、上述したようにスキューや、スキッピング等の滑りが生じ、軌道輪、主に内輪にピーリングなどの表面損傷が生じやすく、短寿命となるため、内輪と転動体間の摩擦係数や外輪と転動体間の摩擦係数を制御するために、外輪軌道面の表面粗さを内輪軌道面の表面粗さよりも大きくなるよう調整している。

しかし、外輪軌道面の表面粗さを内輪軌道面の表面粗さよりも粗くして摩擦力を大きくするとスキューの制御や微小滑りの抑制に有効ではあるが、実際、1個の軸受において内輪軌道面および外輪軌道面の表面粗さは、内外輪の場所によってばらつき（円周方向でのばらつき）をもっている。このため内輪軌道面と転動体の接触部および外輪軌道面と転動体の接触部での摩擦力の大きさが軸受の回転に伴い、場所によって変化してしまうため、実際のスキュー抑制や微小領域での滑りを抑制する効果の変動するおそれがある。

例えば、一つの軸受の中で、数箇所の粗さを測定した場合に、個々の粗さの値がばらつきを持っている。加工状態が悪い場合には、粗さの範囲で見た場合に、内輪軌道面の粗さと外輪軌道面の粗さ範囲がかなり近寄ったり、値が重なって内輪軌道面と外輪軌道面の表面粗さが逆転するような部位があると、転動体と内外輪の接触部における摩擦力が変化し、ころの回転が不安定になって、内輪と転動体の接触部で微小な滑りが発生しピーリングなどの表面損傷を生じやすくなる。

したがって、外輪軌道面の表面粗さを内輪軌道面の表面粗さより粗くするだけでは不十分

(3)

であり、軸受の中での外輪軌道面の粗さ分布と内輪軌道面の粗さ分布を考慮した上で、外輪軌道面と内輪軌道面の表面粗さの比を規定しなければならない。

【0005】

また、自動調心ころ軸受では、一般的に高温での使用条件下で残留オーステナイトが分解して寸法変化が生じるため、内外輪には200℃以上の高温焼戻しを施し、残留オーステナイト量をほぼ0%にすることがなされている。

この高温焼戻し処理によって、残留オーステナイトを分解させることは可能であるが、硬さが低下してしまうという弊害があるために、内輪にピーリングなどの表面損傷が生じやすくなり、短寿命となる。

これに対して、外輪を粗くする、すなわち内輪軌道面における中心線粗さ範囲の上限値を、外輪軌道面における中心線粗さ範囲の下限值より大きくすることによって、上述したように内輪におけるピーリング等の表面損傷を抑制することができ、内輪での破損を抑制することができるが、その一方で、粗さの大きい外輪と粗さの比較的良好なころの接触部で摩擦力が大きくすることによって、外輪がころを駆動することとなる。したがって、外輪軌道面の表面粗さがころの表面に転写される状態となって、ころ表面の疲労が著しく進行するのである。

【0006】

以上のような状況を鑑みて、本発明者らは、自動調心ころ軸受の長寿命化に関して鋭意研究を進めてきた。その結果、ころの回転運動を安定化することを目的として外輪軌道面の表面粗さを内輪軌道面の表面粗さよりも大きくする場合に、軸受の回転時におけるころと内輪及びころと外輪の接触部で生じる摩擦力の変動を小さくし、摩擦力の変動に起因して発生する接触面での微小な滑りあるいはスキューを抑制するのに、平均粗さだけで外輪軌道面を内輪軌道面よりも粗くするのではなく、内輪軌道面と外輪軌道面の表面粗さのばらつきを考慮することが有効であることを明らかにした。

また、ばらつきを考慮して、内外輪軌道面の表面粗さの関係を適正化することによって、最も表面疲労を受ける部位が内外輪から転動体へ移行するので、ころの材料をピーリングに強い材料・熱処理仕様にすることによって、長寿命化をはかることができることを明らかにした。

本発明は従来技術の有するこのような問題点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、自動調心ころ軸受の長寿命化を図ることである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を達成するために本発明がなした技術的手段は、複列軌道を有する内輪と、複列一体の球面軌道を有する外輪と、これら内輪軌道と外輪軌道間に複列に組み込まれる複数個のころと、該ころを転動可能に保持する保持器とから構成され、内輪の軌道径は両端部より中央部が大きく、保持器の幅方向両端面は内輪軌道面の両端部と隙間を介して対向する自動調心ころ軸受において、内輪軌道面における中心線粗さ範囲の上限値を R_{ai} 、外輪軌道面における中心線粗さ範囲の下限值を R_{ao} とした場合に、 $R_{ao}/R_{ai} \geq 1.5$ の式を満足し、かつ転動体と軌道輪の残留オーステナイト量 γR の差(γR (転動体) - γR (軌道輪))が、体積比で3%以上とすることによって、自動調心ころ軸受のピーリング等の表面損傷による早期はくりを抑制し、長寿命化を図るものである。

【0008】

外輪の粗さを大きくした場合には内輪での微小滑りが抑制されて、内輪の表面疲労が低減されるが、ころが最も表面疲労を受けやすい部位となり、この現象からすれば、最も疲労を受け易いころを表面疲労に対して強い材料仕様にすることによって、寿命が延長するのである。

このようなピーリングのような表面損傷に対しては、転動体の表面硬さを高くすると同時に残留オーステナイトを残すことが非常に有効である。したがって、本発明に係る転がり軸受においては、転動体であるころを軌道輪よりも硬くし、かつ残留オーステナイトを残すことを特徴としている。

(4)

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を図に基づいて説明する。なお、本実施形態は、本発明の一実施形態にすぎず何れこれに限定して解釈されるものではなく、本発明の範囲内において適宜設計変更可能である。

【0010】

本実施形態では、例えば図1に示す自動調心ころ軸受をその一例として挙げて説明するが、他の構成の自動調心ころ軸受を本発明の範囲内で適用することは可能である。本実施形態の自動調心ころ軸受は、例えば、一般産業機械、工作機械、振動ふるい、鉄鋼機械、二輪車エンジン等に使用される。

自動調心ころ軸受は、複列軌道（内輪軌道面ともいう）1aを有する内輪1と、複列一体の球面軌道（外輪軌道面ともいう）2aを有する外輪2と、これら内輪軌道1aと外輪軌道2a間に複列に組み込まれる複数個のころ3と、該ころ3を転動可能に保持する保持器4とから構成されている。

内輪軌道1aと外輪軌道2aは、その両端部の径 d_1 、 d_2 より中央部の径 d_3 、 d_4 が大きく設定されている。保持器4の形状は特に図示例に限定されず他の形態が適用可能であるが、その幅方向両端面4aは、内輪軌道1aの両端部と隙間Sを介して対向している。

本発明は、内輪軌道面1aと外輪軌道面2aの表面粗さ（外輪軌道面における中心線粗さ範囲の下限值 $R_{a o}$ ／内輪軌道面における中心線粗さ範囲の上限値 $R_{a i} \geq 1.5$ ）を調整すると共に、転動体3と軌道輪1、2の残留オーステナイト量の差を調整（ γR （転動体）－ γR （軌道輪） $\geq 3\%$ ）する点に特徴的な構成を有するため、その特徴的な構成部分についての説明に留め、その他の構成部分、例えば内輪1・外輪2・ころ3・保持器4などの説明は省略するが、本発明の範囲内で適宜設計変更可能である。

【0011】

ここで本発明では、内輪軌道面1aと外輪軌道面2aの中心線平均粗さを、内輪1、外輪2それぞれの円周上で異なる2箇所以上測定し、平均値に対して標準偏差 σ を求め、平均値に対して $\pm 3\sigma$ をとった時の粗さを本発明における「粗さ範囲」とする。

内輪軌道面1aおよび外輪軌道面2aの粗さ範囲において、内輪軌道面1aにおける粗さ範囲の上限値を $R_{a i}$ 、外輪軌道面2aにおける粗さ範囲の下限値を $R_{a o}$ とする。粗さ範囲 $R_{a o}$ と $R_{a i}$ の関係を図2に模式的に示す。

本発明においては、粗さ範囲で見た場合に、外輪軌道面2aの粗さ範囲における下限値 $R_{a o}$ と内輪1の粗さ範囲の上限値 $R_{a i}$ を見た場合、最も外輪軌道面2aと内輪軌道面1aの粗さの差が小さくなり、すなわち外輪2ところ3の間、内輪1ところ3の間の摩擦力の差が最小となって、外輪軌道面2aを粗くすることによってもたらされる効果をもっとも小さくなる状態となる。

また、粗さのばらつきが非常に大きい場合には、粗さの平均値では、外輪軌道面2aが内輪軌道面1aよりも粗くなっているとしても、 $R_{a o}$ と $R_{a i}$ を比較した場合に、値がほぼ同等であったり（図1比較例a）、場合によっては、 $R_{a i}$ の方が $R_{a o}$ より粗くなることも予想される（図1比較例b）。このような場合、本来外輪2ところ3の接触部の摩擦力が内輪よりも大きくなければならないのに、部位によっては、内輪1ところ3間の摩擦力が大きくなるという逆転現象が生じ、ころ3が公転する間に、摩擦力が大きく変動する結果、ころ3の自公転が不安定となり、内輪1と転動体3の接触部では微小な滑りが誘発され、ピーリングなどの表面疲労が発生しやすい状態となる。

これに対し本実施形態では、少なくとも、内輪軌道面1aの粗さ範囲の上限値 $R_{a i}$ と外輪軌道面2aの粗さの下限値 $R_{a o}$ の比が1.5以上として、平均粗さだけではなく、軸受の内部での粗さのばらつきまで考慮することによって、常に内輪軌道面1aよりも外輪軌道面2aの粗さが大きい状態を保つことが可能となる。図2に示すように、本実施形態では $R_{a o} / R_{a i} = 2.5$ とする。

これによって軸受の回転時にころ3と軌道輪1、2間の摩擦力が大きく変動しないため、

(5)

微小な領域での滑りが生じにくくなり、内輪1でピーリングなどの表面損傷を抑制することができる。

【0012】

ころ3の材料として通常使用されるS U J 2を使用した場合には、軌道輪1, 2の熱処理とは異なり、高温焼戻し処理を施さずに焼入れ後の焼戻しを低温の160～220℃の範囲で実施することによって、硬さをHv700以上でかつ残留オーステナイト量 γ_R を体積比で3～12%の範囲で残存させる。

このように構成することで、ピーリングに対して非常に強い。

また、S U J 2のころを用いた場合には、マルストレーシングに代表される浸炭窒化処理を実施することによって、基地中に窒素が固溶して残留オーステナイト量 γ_R が増すと同時に、固溶した窒素の効果によって一層ピーリングの発生を抑制することができる。

硬さについては、残留オーステナイト量 γ_R を3%以上に保てば、必然的に転動体3の方が内外輪1, 2よりも硬くなり、一層ピーリング損傷に対しては有効である。硬さの差は、マイクロビッカース硬度でHv300以上が望ましい。

【0013】

【実施例】

本発明の効果を確認するために、実施例1乃至12及び比較例1乃至7の各軸受について寿命試験を行い、L10寿命で評価した実施の一例を説明する。

表1に試験結果を示す。

なお、試験条件は以下のとおりである。

【0014】

「試験条件」

回転速度：25 s⁻¹ (1500 rpm)

試験荷重：45217 N

潤滑条件：強制循環油 (VG68)

軸受仕様：自動調心ころ軸受 (型番22211)

内外輪ところの材質は、夫々S U J 2 (高炭素クロム軸受鋼)を用いた。また内外輪およびころの熱処理は以下のとおりである。

<内外輪>

830～850℃焼入れ 220～240℃×2時間焼戻し

<ころ>

▲1▼830～850℃焼入れ 160～260℃×2時間焼戻し

▲2▼820～840℃浸炭窒化後、焼入れ、160～200℃×2時間焼戻し

内輪軌道面、外輪軌道面の粗さ、転動体の硬さ、残留オーステナイト量を表1に示した。

内外輪軌道面の粗さについては、3箇所で中心線粗さを測定し、標準偏差 σ から粗さの範囲を求め、 $R_{a o}$ と $R_{a i}$ を算出した。

【0015】

【表1】

(6)

	ころ熱処理	外輪中心線粗さ平均値	外輪 3 σ	内輪中心線粗さ平均値	内輪 3 σ	外輪粗さ範囲の下限値 Rai	内輪粗さ範囲の上限値 Rao	Rao/Rai	転動体硬さ	内輪硬さ	Δ Hv	転動体残留オーステナイト量 (vol%)	内輪残留オーステナイト量 (vol%)	$\Delta\gamma R$	L10寿命比
実施例1	180℃焼戻	0.293	0.044	0.065	0.036	0.249	0.101	2.47	793	676	117	9	0	9.1	2.2
実施例2	180℃焼戻	0.300	0.053	0.055	0.021	0.247	0.076	3.25	785	673	112	9	1	7.6	2.1
実施例3	180℃焼戻	0.352	0.053	0.078	0.042	0.299	0.12	2.49	785	670	115	8	0	8.1	2.1
実施例4	180℃焼戻	0.239	0.048	0.052	0.023	0.191	0.075	2.55	790	667	123	8	1	6.6	2
実施例5	180℃焼戻	0.239	0.044	0.063	0.023	0.195	0.086	2.27	763	670	93	8	1	6.8	1.9
実施例6	180℃焼戻	0.273	0.123	0.065	0.024	0.15	0.089	1.69	777	661	116	8	1	7.3	1.8
実施例7	180℃焼戻	0.193	0.039	0.081	0.021	0.154	0.102	1.51	795	666	129	9	0	8.8	1.7
実施例8	180℃焼戻	0.367	0.048	0.071	0.025	0.319	0.096	3.32	793	688	105	9	0	8.9	2.1
実施例9	180℃焼戻	0.385	0.055	0.074	0.033	0.33	0.107	3.08	788	690	98	9	1	7.5	2
実施例10	200℃焼戻	0.296	0.044	0.081	0.036	0.252	0.117	2.15	710	678	32	5	0	5.3	1.6
実施例11	220℃焼戻	0.293	0.052	0.092	0.039	0.241	0.131	1.84	708	678	30	3	0	3	1.5
実施例12	180℃焼戻	0.392	0.033	0.065	0.017	0.359	0.082	4.38	793	679	114	7	0	7	1.7
比較例1	260℃焼戻	0.239	0.048	0.052	0.023	0.191	0.075	2.55	687	683	4	0	0	0	1.2
比較例2	240℃焼戻	0.239	0.044	0.063	0.023	0.195	0.086	2.27	695	676	19	2	0	2	1.2
比較例3	180℃焼戻	0.044	0.016	0.126	0.032	0.028	0.158	0.18	785	688	97	9	1	7.6	1
比較例4	180℃焼戻	0.312	0.046	0.149	0.032	0.266	0.181	1.47	792	680	112	9	0	9.3	1.3
比較例5	180℃焼戻	0.231	0.042	0.15	0.032	0.189	0.182	1.04	793	682	111	8	0	7.5	1.2
比較例6	180℃焼戻	0.092	0.016	0.048	0.021	0.076	0.069	1.10	768	675	93	8	0	7.5	1.1
比較例7	180℃焼戻	0.123	0.024	0.115	0.023	0.099	0.138	0.72	783	688	95	6	0	6.4	1.1

【0016】

また、図3は、内外輪およびころの熱処理条件を一定にし、Rao/Rai値と寿命比の関係をまとめた図である。

「寿命比」とは、上述した試験条件における計算寿命時間を1とした場合の比率である。

(7)

表1によれば、 R_{ao}/R_{ai} の値が、比較例1乃至7では、0.18～2.55の範囲であるのに対し、実施例1乃至12では、1.51～4.38の範囲であり、 γR （転動体）－ γR （軌道輪）が、比較例1乃至7では、0～9.3vol%の範囲であるのに対し、実施例1乃至12では、3～9.1vol%の範囲である。

そして、L10寿命比が、比較例1乃至7では、1～1.3の範囲であるのに対し、実施例1乃至12では、1.5～2.2の範囲で小さく寿命が短いことがわかる。

内外輪の粗さの関係を見た場合に、図3で示すように、上述した R_{ao}/R_{ai} の値が実施例1乃至12のように1.5以上の場合に寿命延長効果は著しいことがわかる。

比較例3乃至7のように R_{ao}/R_{ai} の値が1.5より小さい場合は、外輪とこころ間の摩擦力の大きさが不足して、ころの回転運動が不安定となった結果、内輪と軌道輪の接触部で滑りが生じてピーリングが発生して短寿命となるが、実施例1乃至12のように R_{ao}/R_{ai} の値が1.5以上の場合は、内輪におけるピーリング等の表面損傷が発生しなくなり、長寿命化していることがわかる。

したがって、本発明では、 R_{ao}/R_{ai} の値を1.5以上とする。

また、実施例12のように、 R_{ao}/R_{ai} の比を大きく取りすぎてもその効果が飽和するので、望ましくは、2.0以上3.5以下とする。

特に、外輪軌道面の表面粗さを著しく粗くすると、油膜形成が不十分となって、やはりピーリング等の表面損傷が発生しやすくなるので、外輪軌道面平均粗さの絶対値の上限値は、 R_a で $0.4\mu m R_a$ とするのが望ましい。

また、表1において本発明の実施例は、転動体の硬さを、内外輪の硬さよりも大きく、かつ転動体の残留オーステナイト量の差を3%以上としており、 R_{ao}/R_{ai} を1.5以上にして疲労がころに移行した場合でも、表面損傷に対して強い材料仕様にしているため、長寿命である。

また、実施例12は、ころに浸炭窒化処理を施した場合には、窒素固溶によって残留オーステナイトを高くでき、また硬さも高く保つことができるため、特に寿命延長効果が大きい。

比較例1及び2は、 R_{ao}/R_{ai} を1.5以上にしているが、ころが軌道輪と同様に高温焼戻し処理が施されて、軌道輪と転動体の硬さはほぼ同等で、さらに残留オーステナイト量がほぼ0%で、軌道輪と転動体との残留オーステナイト量の差が無い場合である。この場合、上述したように、外輪軌道面の表面粗さを粗くすることによって、表面疲労の発生部位が内輪からころへ移行するが、ころに表面損傷を生じ、ピーリングが発生してしまい、短寿命となっている。

【0017】

【発明の効果】

本発明は、ピーリング等の表面損傷による早期はくりを抑制し、長寿命化を図り得る自動調心ころ軸受が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明自動調心ころ軸受の一実施形態を断面して示す概略全体図。

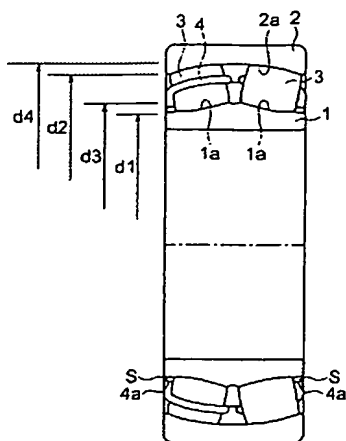
【図2】外輪軌道面と内輪軌道面の表面粗さの範囲と、外輪の粗さ範囲における下限値 R_{ao} と内輪の粗さ範囲の上限値 R_{ai} との比率を示す図。

【図3】外輪の粗さ範囲における下限値 R_{ao} と内輪の粗さ範囲の上限値 R_{ai} との比率の値と寿命比の関係を示す図。

【符号の説明】

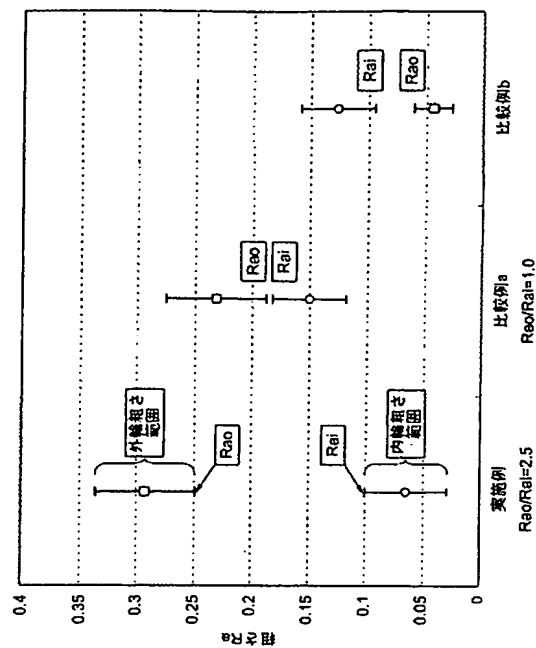
- 1：内輪
- 1a：軌道面
- 2：外輪
- 2a：軌道面
- 3：転動体（ころ）
- 4：保持器

【図1】

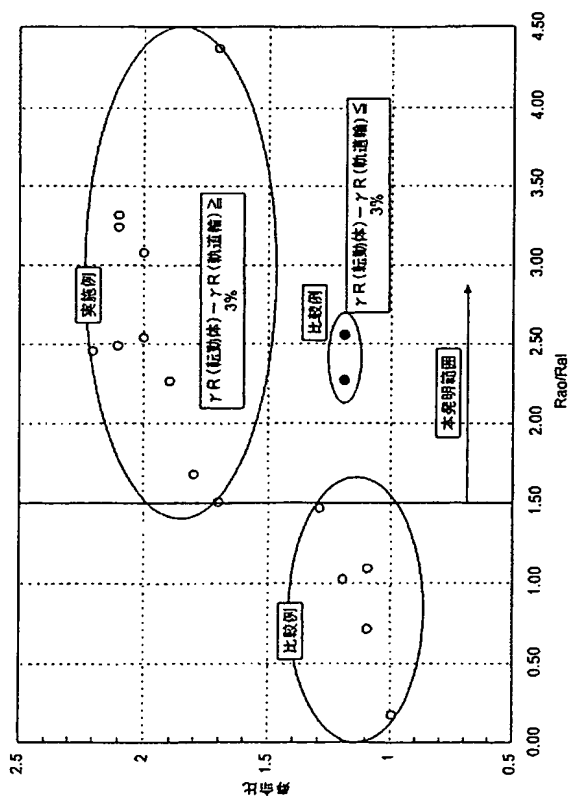


(8)

【図2】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.